

Список літератури

1. Громакова А.Б. Лишайники. Методические рекомендации по спецкурсу «Лихенология» для студентов биологического факультета.- Харьков:ХНУ им.В.И.Каразина, 2005.-35 с.
2. Кондратюк С.Я., Мартиненко В.Г. Ліхеноіндикація.- Кіровоград:КОД, 2006.-260 с.

Одержано 16.12.15

УДК 621.039.7

А.П. Мартиненко, доц.

Кіровоградський національний технічний університет

Реакція симбіонтів лишайникових асоціацій на техногенний вплив

Приводяться результати оцінки забруднення важкими металами атмосферного повітря в місті Кіровограді. Виділені ліхеноіндикаційні зони, які співпадають з областями розповсюдження груп видів з аналогічною чутливістю до атмосферного забруднення. Встановлений зв'язок вказаних зон з будовою рельєфу, особливостями повітряної циркуляції, наявністю зелених насаджень і ареалами високих концентрацій в повітрі деяких полутантів, пов'язаних з осередками промислово-транспортних забруднень.

ліхеноіндикація, забруднення атмосфери, активний і пасивний моніторинг

Лишайники є надійними індикаторами забруднення і традиційно використовуються для біоіндикації, але на території Кіровограду для оцінки екологічного стану забруднення повітря важкими металами цей метод не застосовували.

Ступінь забруднення атмосфери оцінювали за допомогою методів активного і пасивного моніторингу. Перший полягав у збиранні зразків лишайників на певній території; встановленні їх систематичної належності; розрахунку індексу чистоти атмосфери, на основі якого складали карти забруднених зон. Метод активного моніторингу

передбачав спостереження за змінами протягом тривалого часу за чутливими до забруднення атмосфери формами лишайників.

Зміна розмірів лишайників є одним із основних показників індикації атмосферного повітря [1,2]. Найлегше слідкувати за змінами розмірів слані *Usnea longissima*. В екологічно чистих районах цей лишайник довгими гронами звисає з гілок дерев, розташованих на різній висоті, і може вирости в довжину до 5-10 см. Зустрічаємість *Usnea longissima* тільки в нижній частині крони свідчить про те, що цей вид зникає (не оселяється в верхній частині стовбура, як найбільш несприятливій частині для росту найбільш чутливих до забруднення видів).

В початковій стадії забруднення зменшуються розміри слані і зникають (відпадають) великі екземпляри на стовбурі і гілках. При тривалому забрудненні лишайники зникають в такій послідовності: з верхньої частини стовбура, з середньої частини крони, із нижньої частини стовбура, з регіональної флори.

Подальшу ранню індикацію проводили по видам, які підлягають морфологічним каліцтвам: *Usnea scabrata* і *Usnea filipendula*. Зміна морфології лишайників виражається в різного роду викривленнях і деформаціях сланей, появі додаткових виростів і відгалужень, в зменшенні росту і в наявності обпалених і відламаних з почорнілими кінчиками гілочок. Деформовані слані у різних видів виглядають однаково: спостерігається одна товста довга гілка слані густо вкрита короткими боковими гілочками від основи до верхівки, а місце кожного чергового дихотомічного розділення скручене.

Поглинання металів лишайниками - процес пасивний, оснований на фізико-хімічних властивостях мембран. Рівень динамічної рівноваги металу при адсорбції і десорбції його сланню лишайника залежить від лужно-кислотних умов. При лужному типі забруднення середовища в лишайниках посилюється роль автотрофних компонентів. Це виражається в збільшенні об'єму водоростевого шару. При кислотному (в комплексі з важкими металами) забрудненні підвищується роль грибів. Різнонаправлені реакції симбіотичних партнерів лишайникових асоціацій на одні й ті ж фактори навколишнього середовища свідчать про низький рівень облігатності фізіологічних зв'язків. Їх можна охарактеризувати як динамічні типові для екосистемного рівня.

Вплив рН атмосферних опадів і сконденсованої на слані краплинно-рідинної вологи на вміст важких металів можна пояснити зменшенням розчинності їх гідроксидів. Вони починають осаджуватися в такій послідовності, в якій зменшується число випадків перевищення вмісту важких металів в „історичних” лишайниках по відношенню до „сучасних”. Зі збільшенням кислотності атмосферних опадів і кількості сконденсованої на слані вологи органічні і неорганічні сполуки металів можуть більш інтенсивно вимиватися із лишайників.

При змінах окисно - відновних і лужно - кислотних умов середовища динаміка абсорбційного - десорбційної рівноваги в сланях лишайників для кожного металу специфічна. Залізо, в окисному середовищі більш рухоме, що полегшує проникнення металу в слань лишайників; в відновному середовищі іони Fe^{2+} легко утворюють комплексні сполуки. Можливо, цим і пояснюється найбільш стабільний ріст вмісту заліза в лишайниках впродовж тривалого часу в порівнянні з іншими важкими металами (табл.1).

Таблиця 1 - Вміст важких металів (10^3 мг/кг) в лишайниках

Місце відбору проб	Cr	Cu	Mn	Zn	Ni	Fe, %	Pb	Sr	Co	Sn	Sc	Zr
Пацасва	3	3	30	5	2	2	5	300	0,4	0,4	0,5	15
101 мікро район	3	3	80	6	2	2	4	150	0,4	0,4	0,5	15
Балашівка	4	4	50	5	3	3	5	100	0,4	0,3	0,5	30
Гірниче	5	5	50	6	2	3	6	80	0,4	0,3	0,5	20
Попова	6	3	40	8	5	5	10	30	0,6	0,4	0,8	40
Лелеківка	1,5	3	100	6	3	2	5	200	0,4	0,3	0,5	8
Ковалівка	0,6	3	1500	30	0,8	0,3	5	80	0,1	0,1	-	5
Соколівка	0,6	2	400	8	0,6	0,8	2	150	0,2	0,2	0,2	5
Сквер де-сантників	0,8	3	200	15	1	2	4	80	0,2	0,2	0,2	4
Нове	1,5	4	200	15	1,5	1	10	100	0,3	0,4	0,2	10

Різні види лишайників акумулюють важкі метали з різною інтенсивністю. В силу різних морфолого – анатомічних і еколого – фізіологічних особливостей лишайників вимивання поглинутих важких металів із слані відбувається неоднаково. Епілітні і епіфітні лишайники приблизно однаково реагують на динаміку зміни вмісту важких металів в атмосфері. У листових епіфітних лишайників часові тренди накопичення важких металів більш стабільні, ніж у куцистих. Найбільшу часову стабільність акумуляції важких металів мають Пармелії. Тільки у лишайників цього роду спостерігалось постійне збільшення вмісту марганцю в "сучасних" зразках по відношенню до „історичних”.

Для вивчення геохімічної ролі лишайників і міграції мікроелементів були визначені коефіцієнти біологічного поглинання. Вони розраховувалися як відношення вмісту елементу в лишайнику до його концентрації в коренезаселеному шарі - для ґрунтових видів, або в субстраті (кора дерев, скельні виходи) - для епіфітів. Використання коефіцієнтів біологічного поглинання дало змогу отримати відносну картину накопичення елементів в різних видах лишайників одного місцезнаходження, що допомогло виявити найбільш представлені види – концентратори того чи іншого елементу.

Лишайники накопичують в таломі Mn в 10-100 разів більше, ніж вищі трав'янисті рослини (табл.2).

Таблиця 2 - Вміст важких металів в корі форофіту (середні значення) (10^3 мг/кг)

Місце відбору проб	Cr	Cu	Mn	Zn	Ni	Fe, %	Pb	Sr	Co	Sn	Sc	Zr
Пацаєва	3	3	5	6	3	0,6	3	30	0,4	1	-	10
101 мікрорайон	1,5	4	3	6	1,5	0,8	4	20	-	0,1	-	5
Балашівка	1	3	6	15	0,8	0,5	2	40	0,3	0,3	-	5
Гірниче	2	3	4	20	2	0,8	8	20	0,4	0,1	-	15
Лелеківка	2	3	8	20	2	1,5	1,5	20	0,5	0,15	-	8
Ковалівка	3	10	4	20	2	0,5	10	15	0,4	0,8	-	6
Соколівка	2	3	3	4	2	2	3	50	0,4	0,1	-	6

Розрахунок показав, що ґрунтові види мають майже однакові коефіцієнти поглинання (в дужках вказані коефіцієнти поглинання): Mn(0,4) – Ni(0,5) - Fe(0,8)-Cr(1,1) - Cu(1,6) - Zn(3,2), тоді, як епіфіти різко відрізняються навіть в межах одного виду: для *Hypogymnia physodes* ряд поглинання залежить від субстрату: для тополі: Zn (0,8) - Cd(0,8) - Ni(1,1) - Cu(1,8) - Hg(3,5) - Fe(5) - Cr(7) - Mn(30); для сосни: Hg(1,3) -Mn(1,4) - Fe(2) - Cd(2,4) - Cr(2,5) - Ni(2,5) - Zn(3,5) - Cu(10).

Один і той же вид лишайника в умовах атмосферного забруднення вміщує в залежності від віку різну кількість елементів. З іншого боку в умовах чистої атмосфери, де має місце тільки глобальне перенесення забруднень, навіть різновікові екземпляри лишайників характеризуються приблизно однаковим хімічним складом.

Зміни морфологічного стану лишайників проявляються в зменшенні розмірів і різних аномаліях росту. У деяких кущистих лишайників можна спостерігати тільки зменшення розмірів, у інших видів разом зі зменшенням розмірів спостерігаються і морфологічні каліцтва. В першу чергу із регіональних флор зникають найбільш чутливі види, в яких не зафіксовані морфологічні деформації.

Список літератури

1. Кондратюк С.Я., Мартиненко В.Г. Ліхеноіндикація.- Кіровоград:КОД, 2006.-260 с.
1. 2.Золотарева Б.Н.,Скриниченко И.И., Мартин Ю.Л. Лишайники-индикаторы загрязнения среды тяжелыми металлами // Природа.-1981.- №1.-С.86-88.

Одержано 16.12.15